

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-110717

(43)Date of publication of application : 22.04.1994

AC

(51)Int.Cl.

G06F 9/46

G06F 9/46

G06F 12/00

G06F 15/16

G06F 15/16

(21)Application number : 04-257012

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.09.1992

(72)Inventor : TANAKA TOSHIHARU

ARAI TOSHIAKI

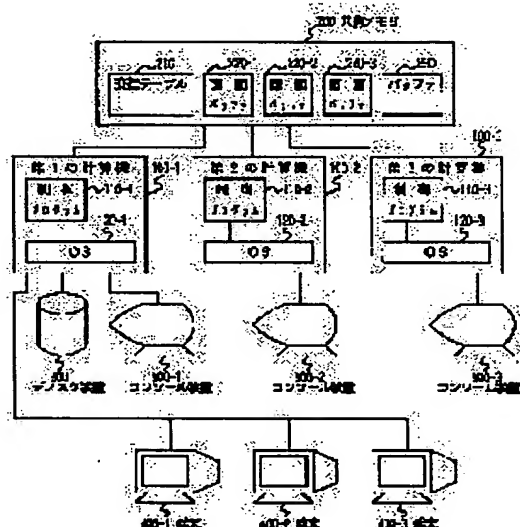
IKEGAYA NAOKO

(54) COMPLEX COMPUTER SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a complex computer system which is suitable for operating plural OS (operating systems).

CONSTITUTION: For the request of an IPL (initial program load) of an OS from the terminal 400-2 of a first computer 100-1, the IPL is performed for this OS in a second computer 100-2 corresponding to this terminal 400-2. The screen information outputted to a console device 500-2 by the OS 120-2 is outputted to the terminal 400-2 of the first computer 100-1. Further, the input from the terminal 400-2 for this output is notified as the input from the console device 500-2 of the second computer 100-2 to the OS 120-2 of the second computer 100-2.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-110717

(43)公開日 平成6年(1994)4月22日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 9/46	3 6 0 B	8120-5B		
	3 5 0	8120-5B		
12/00	5 7 0	9366-5B		
15/16	4 2 0 S	9190-5L		
	4 3 0	9190-5L		

審査請求 未請求 請求項の数15(全 17 頁)

(21)出願番号 特願平4-257012

(22)出願日 平成4年(1992)9月25日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 田中 俊治

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 新井 利明

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 池ヶ谷 直子

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(74)代理人 弁理士 富田 和子

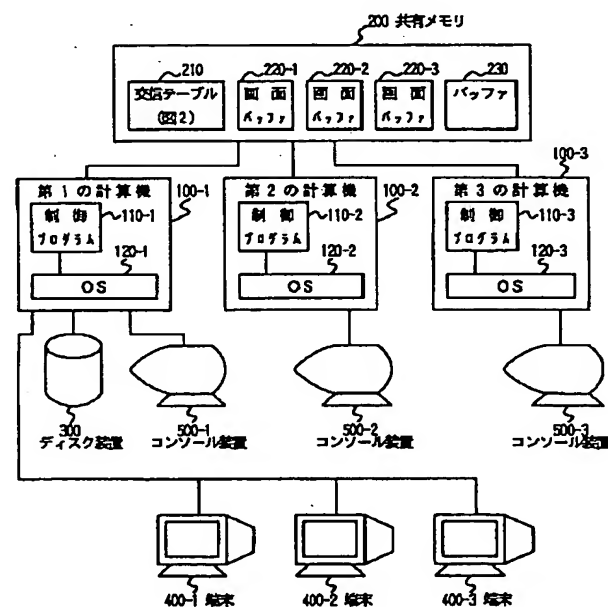
(54)【発明の名称】 複合計算機システム

(57)【要約】

【目的】 複数のOSを操作するのに好適な複合計算機システムを提供する。

【構成】 第1の計算機100-1の端末400-2からのOSのIPLの要求に対し、この端末400-2に対応づけられた第2の計算機100-2において、このOSをIPLする。また、OS120-2がコンソール装置500-2に対して出力した画面情報を、第1の計算機100-1の端末400-2に出力する。さらに、この出力に対する端末400-2からの入力を、第2の計算機100-2のコンソール装置500-2からの入力として、第2の計算機100-2のOS120-2に通知する。

本発明の第1の実施例における複合計算機システムの構成図(図1)



【 特許請求の範囲】

【 請求項1 】それぞれ主記憶装置を有する複数台の計算機と、少なくとも1 台の計算機に接続された少なくとも1 台の端末装置および少なくとも1 台の入出力装置とを備えた複合計算機システムにおいて、

前記複数の計算機で共有される共有メモリを設け、どの計算機に接続されたどの端末装置からどの計算機を操作するかを定める情報を格納するフィールドを有する交信テーブルを前記共有メモリに設け、前記対応情報に従って、第1 の計算機の端末装置から第2 の計算機を操作することを特徴とする複合計算機システム。

【 請求項2 】前記交信テーブルには、計算機ごとにどの入出力装置から当該オペレーティングシステムをロードするかを定める情報を格納するフィールドを設け、前記第1 の計算機の端末装置からの指示に応じて前記第2 の計算機は当該計算機について定められた入出力装置から当該オペレーティングシステムをロードすることを特徴とする請求項1 記載の複合計算機システム。

【 請求項3 】前記交信テーブルには、計算機ごとにその計算機に対する要求の内容を記述するフィールドを設け、該フィールドの内容に応じて当該計算機が動作することを特徴とする請求項1 または2 記載の複合計算機システム。

【 請求項4 】前記第2 の計算機の出力画面情報を前記共有メモリを介して前記第1 の計算機の端末装置に出力し、該端末装置からの入力を前記共有メモリを介して前記第2 の計算機上のオペレーティングシステムに通知することを特徴とする請求項2 記載の複合計算機システム。

【 請求項5 】前記第1 の計算機の端末装置から前記共有メモリを介して前記第2 の計算機のオペレーティングシステムの停止を要求し、該要求に応じて前記第2 の計算機が当該オペレーティングシステムを停止することを特徴とする請求項1 記載の複合計算機システム。

【 請求項6 】前記交信テーブルには、計算機ごとにその計算機に対する要求の内容を記述するフィールドを設け、該フィールドの内容に応じて当該計算機が動作することを特徴とする請求項1 、2 、3 、4 または5 記載の複合計算機システム。

【 請求項7 】前記共有メモリには、前記各計算機に対応して画面バッファを有することを特徴とする請求項4 記載の複合計算機システム。

【 請求項8 】それぞれ主記憶装置を有する複数台の計算機を備え、各計算機で複数のオペレーティングシステム（OS）を走行可能な複合計算機システムにおいて、前記複数の計算機に共有される共有メモリを設け、どの計算機において現在どのような計算機資源が利用可能を示す資源テーブルと、各OS に対応する仮想計算機の構成に必要とされる計算機資源を定めた構成テーブルとを前記共有メモリに格納し、特定のOS を走行させよう

とするとき、当該OS に対応する仮想計算機の構成に必要な計算機資源を前記構成テーブルにより求め、該必要な計算機資源が満足される計算機を選択して、該選択された計算機において前記特定のOS を走行させることを特徴とする複合計算機システム。

【 請求項9 】前記特定のOS の走行の指示は、任意の計算機において行うことを特徴とする請求項8 記載の複合計算機システム。

【 請求項10 】前記各計算機の主記憶装置には、同一の仮想計算機モニタを格納することを特徴とする請求項8 記載の複合計算機システム。

【 請求項11 】前記仮想計算機モニタを1 台の計算機の主記憶装置内に外部記憶装置から読み込み、該読み込んだ仮想計算機モニタを前記共有メモリを介して他の計算機の主記憶装置内に複写することを特徴とする請求項10 記載の複合計算機システム。

【 請求項12 】前記特定のOS をどの計算機上で走行させるかは、前記仮想計算機モニタが決定することを特徴とする請求項10 記載の複合計算機システム。

【 請求項13 】前記特定のOS をどの計算機上で走行させるかはユーザが指定し、当該計算機上で前記特定のOS が走行可能か否かは前記仮想計算機モニタが判断することを特徴とする請求項10 記載の複合計算機システム。

【 請求項14 】前記資源テーブルおよび構成テーブルを前記共有メモリ内に代えて、各計算機の主記憶装置内に設けたことを特徴とする請求項8 記載の複合計算機システム。

【 請求項15 】前記特定のOS を走行させた計算機（第1 の計算機）上の仮想計算機が出力した画面情報を前記任意の計算機（第2 の計算機）に出力し、前記画面情報に対する前記第2 の計算機からの入力を前記第1 の計算機の仮想計算機に通知することを特徴とする請求項9 記載の複合計算機システム。

【 発明の詳細な説明】

【 0001 】

【 産業上の利用分野】本発明は、複数の実計算機からなる複合計算機システムに関し、特に、複数のOS を操作するのに好適な複合計算機システムに関する。

【 0002 】

【 従来の技術】1 台の実計算機（単に計算機ともいう）上で複数のオペレーティング・システム（OS：Operating System）が走行可能な計算機システムとして、特開昭57-212680号公報記載の仮想計算機システム（VMS：Virtual Machine System）がある。仮想計算機システムは、1 台の計算機上に論理的な計算機である仮想計算機（VM：Virtual Machine）を複数台生成し、各仮想計算機（VM）において対応する1 つのOS の走行を可能とする。この仮想計算機システムは、使用目的の異なる複数のOS を1 台の計算機上で運用した

3

り、OS 移行時に新旧2つのOSを1台の計算機上で運用したり、OSのテストを並列に1台の計算機上で実行するためのツールとして主に利用されている。

【0003】仮想計算機システムにおいて、制御プログラムである仮想計算機モニタ（VMM: Virtual Machine Monitor）は、1台の計算機の資源を各仮想計算機（VM）に分配するとともに、仮想計算機のスケジューリングとディスパッチとを行なう。さらに、仮想計算機モニタは、仮想計算機上のOSが発行した命令のうち計算機上では直接実行できない命令、即ち、ソフトウェアの介入を必要とする命令のシミュレーション処理を行なう。また、入出力命令のような割込みを伴う命令をシミュレーションした場合、仮想計算機モニタは、割込みのシミュレーションもOSに対して行なう。さらに、仮想計算機モニタは、OSの立ち上げ処理である、いわゆる初期プログラムロード（IPL: Initial Program Load）の処理も仮想計算機上のOSに対して行なう。

【0004】また、特開平2-201655号公報は、1台の計算機を構成する複数の中央処理装置を、仮想計算機の中央処理装置として割り当てる仮想計算機割り当て方式を開示している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】複数の計算機から構成される複合計算機システムにおいて複数のOSを運用しようとする、以下の課題がある。

【0006】（1）第1の課題は、OSの操作に関する。

【0007】従来、複合計算機システムの各々の計算機においてOSを走行させる場合、各々の計算機において対応するOSを初期プログラムロード（IPL）しなければならなかった。即ち、ある計算機上のOSを、他の計算機からはIPLできなかった。また、IPL後は、各々の計算機のコンソール装置を用いて、この計算機上のOSを操作しなければならなかった。即ち、ある計算機上のOSを、他の計算機からは操作できなかった。このため、複合計算機の各々の計算機が離れている場合、各々の計算機にオペレータを配置する必要があった。

【0008】従って、複合計算機システムを構成する各々の計算機でのOSのIPLと、これらOSの操作が任意の計算機から可能であることが望ましい。

【0009】（2）第2の課題は、OSへの計算機資源の割り当てに関する。

【0010】仮想計算機システムは、前記特開平2-201655号公報に記載のように、1台の計算機の資源を複数の仮想計算機に割り当てる機能を有している。

【0011】しかしながら、複合計算機システムの場合、この複合計算機システムを構成する複数の計算機の資源を統合的に管理し、OSに割り当て可能であることが望ましい。

【0012】（3）第3の課題は、仮想計算機モニタの

4

起動に関する。

【0013】従来、複合計算機システムの複数の計算機において仮想計算機を走行させようとすると、これら複数の計算機毎に仮想計算機モニタを格納するディスク装置が必要であり、各々の計算機において仮想計算機モニタを初期プログラムロード（IPL）しなければならなかった。

【0014】しかしながら、複合計算機システムの複数の計算機において仮想計算機を走行させる場合であっても、仮想計算機モニタのIPLは、1回で済ませられることが操作性向上の点で望ましい。

【0015】本発明の目的は、前記第1の課題を解決し、複合計算機システムを構成する各々の計算機上でのOSのIPLと、これらOSの操作が任意の計算機から可能である複合計算機システムを提供することにある。

【0016】本発明の別の目的は、前記第2の課題を解決し、複合計算機システムを構成する複数の計算機の資源を統合的に管理し、OSに割り当て可能な複合計算機システムを提供することにある。

【0017】本発明のさらに別の目的は、前記第3の課題を解決し、複合計算機システムの複数の計算機において仮想計算機を走行させる場合であっても、仮想計算機モニタのIPLは1回ですむ複合計算機システムを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明による複合計算機システムは、それぞれ主記憶装置を有する複数台の計算機と、少なくとも1台の計算機に接続された少なくとも1台の端末装置および少なくとも1台の入出力装置とを備えた複合計算機システムにおいて、前記複数の計算機で共有される共有メモリを設け、どの計算機に接続されたどの端末装置からどの計算機を操作するかを定める情報を格納するフィールドを有する交信テーブルを前記共有メモリに設け、前記対応情報に従って、第1の計算機の端末装置から第2の計算機を操作することを特徴とする。

【0019】本発明による他の複合計算機システムは、それぞれ主記憶装置を有する複数台の計算機を備え、各計算機で複数のオペレーティングシステム（OS）を走行可能な複合計算機システムにおいて、前記複数の計算機に共有される共有メモリを設け、どの計算機において現在どのような計算機資源が利用可能かを示す資源テーブル、および各OSに対応する仮想計算機の構成に必要な計算機資源を定めた構成テーブルとを前記共有メモリに格納し、特定のOSを走行させようとするとき、当該OSに対応する仮想計算機の構成に必要な計算機資源を前記構成テーブルにより求め、該必要な計算機資源が満足される計算機を選択して、該選択された計算機において前記特定のOSを走行させることを特徴とする。

【0020】

【作用】以下、本発明の代表的な構成における作用を説明する。

【0021】(1) 複合計算機システム内の第1の計算機上の複数の端末と、複合計算機システムを構成する各々の計算機との対応関係を、予め定義しておく。そして、第1の計算機上の端末からのOSのIPL(初期プログラムロード)の要求に対し、この端末に対応づけられた第2の計算機において、このOSのIPLを行う。また、第2の計算機上のOSがコンソール装置に出力したメッセージ(画面情報)を、この第2の計算機に対応づけられた、第1の計算機上の端末に出力する。さらに、この出力に応じた第1の計算機上の端末からの入力を、第2の計算機上のコンソール装置からの入力として、第2の計算機上のOSに通知する。

【0022】以上のようにして、複合計算機システムを構成する各々の計算機上でのOSのIPLと、これらOSの操作が任意の計算機から可能である複合計算機システムを提供できる。

【0023】(2) 複合計算機システムの各計算機において利用可能な計算機資源を示す資源テーブルと、各OSが走行するために必要とする計算機資源を示す構成テーブルを予め作成しておく。次に、第1の計算機においてユーザがあるOSの走行開始を要求したとき、第1の計算機が、このOSに対応する構成テーブルと、各計算機に対応する資源テーブルを用いて、このOSが走行可能な第2の計算機を選択する。また、選択した第2の計算機の識別子を、第1の計算機に表示することによって、ユーザにOSが走行する計算機を通知する。その後、第1の計算機が第2の計算機に対して、このOSの走行開始を要求する。この結果、この第2の計算機は、このOSの構成テーブルが示す計算機資源をOSに与えて、このOSの走行を開始する。

【0024】以上のようにして、複合計算機システムを構成する複数の計算機の資源を統合的に管理し、OSに割り当て可能な複合計算機システムを提供できる。

【0025】(3) 複合計算機システムの中の1台の計算機において、1つの仮想計算機モニタをIPLし、主記憶上にローディングする。次に、複合計算機システムを構成する他の計算機に前記仮想計算機モニタをコピーする。さらに、コピーした仮想計算機モニタをコピー先の計算機において起動する。

【0026】以上のようにして、複合計算機システムの複数の計算機において仮想計算機を走行させる場合であっても、仮想計算機モニタのIPLは1回ですむ複合計算機システムを提供できる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の4つの実施例を図を用いて詳細に説明する。

【0028】1. 第1の実施例

図1は、本発明の第1の実施例における複合計算機システムの構成図である。図1において、100-1は第1の計算機、100-2は第2の計算機、100-3は第3の計算機、200は各計算機100によって共用される共有メモリである。共有メモリ200は、各計算機100内にあるそれぞれの主記憶装置とは別のメモリであり、例えば拡張記憶装置の如きメモリである。第iの計算機100-i(i=1, 2, または3)は、共有メモリ200の参照および更新が可能であり、さらに共有メモリ200の内容を他の第jの計算機100-jの主記憶にコピー可能である。また、各計算機100-iにおいて通信命令を実行すると、命令で指定した第jの計算機100-jに対して外部割込みを発生させることができ、また、外部割込みを受けた第jの計算機100-jは、通信命令発行元の第iの計算機100-iを識別できる。

【0029】共有メモリ200上には、計算機間の通信時に用いる通信テーブル210と、それぞれ第iの計算機100-i(i=1, 2, 3)を操作するコンソール装置500-iの画面の内容を計算機間で受け渡すときに用いる画面バッファ220-i(i=1, 2, 3)、および、制御プログラム110-1を第2の計算機100-2および第3の計算機100-3へそれぞれ制御プログラム110-2および110-3としてコピーするときに用いるバッファ230がある。この本発明にて設けた制御プログラム110-iは、後で詳しく述べるように、計算機間の通信を行ないながらコンソール画面を制御する。また、第1の計算機100-1には、制御プログラム110-1のロードモジュールを格納するディスク装置300と、端末400-iが接続されている。この3台の端末の装置アドレスは、各々(020)、(021)、(022)とする。

【0030】通常、コンソール装置は、各計算機に1台だけ設けられ、計算機の電源投入、初期プログラムロード(IPL)等の計算機操作を行うための装置であり、端末はユーザがTSS(Time Sharing System)等により計算機を使用するための装置であるが、本発明では端末からもIPL等の操作を行えるようにする。

【0031】次に、図2を用いて計算機間の通信に用いる通信テーブル210の構成を説明する。通信テーブル210の各エントリは、複合計算機システムを構成する各計算機に対応している。操作計算機ID212は、その計算機IDが示す計算機の操作をどの計算機から行うかを定める識別子である。端末アドレス213は、操作計算機ID212で示された計算機に接続されたどの端末から操作を行うかを定めるものである。また、IPL装置アドレス214は、計算機ID211を識別子とする計算機に対するIPLをどの入出力装置から行うかを定めるものである。さらに、要求内容フィールド215は、計算機間の通信における要求内容を保持している。

詳細は後述するが、本実施例では、要求内容フィールド 215 の値が16進数の(80)のときIPL要求を、(40)のとき画面更新要求を、(20)のときアテンション割込み要求を、(10)のとき終了要求を表わす。

【0032】例えば、図2の通信テーブル210では、第2の計算機100-2はアドレス440の入出力装置からIPLを行ない、この第2の計算機100-2の操作は、第1の計算機100-1に接続されたアドレス(021)の端末400-2から行なうことを示している。

【0033】次に、図3のフローチャートに従って、本発明の第1の実施例による複合計算機システムの具体的な動作例を説明する。

【0034】まず、複合計算機システムを構成する第1の計算機100-1において、ディスク装置300から初期プログラムロード(IPL)を行うことにより、制御プログラム110-1を第1の計算機100-1の主記憶上にローディングする。次に、このローディングされた制御プログラム110-1は、制御プログラム110-1自身を共有メモリ200のバッファ230にコピーする。さらに、制御プログラム110-1は、バッファ230の内容を、この複合計算機システムを構成する第2の計算機100-2および第3の計算機100-3の主記憶にコピーする(ステップ3000)。そして、コピーした制御プログラム110-2および110-3をコピー先の第2および第3の計算機100-2および100-3において起動する。この起動は、第1の計算機100-1の制御プログラム110-1が、第2の計算機100-2および第3の計算機100-3に対して、通信命令を発行し、外部割込みを第2の計算機100-2上の制御プログラム110-2および第3の計算機100-3上の制御プログラム110-3に発生させることにより行なう。

【0035】次に、制御プログラム110-1が、第1の計算機100-1上の複数の端末400-i(i=1, 2, 3)と第jの計算機(j=1, 2, 3)との対応関係を通信テーブル210に定義し、また、画面バッファ220-i(i=1, 2, 3)を作成する(ステップ3010)。この通信テーブル210の定義は、第1の計算機100-1上の端末400-i(i=1, 2, 3)から、操作対象とする第jの計算機100-jを指定することによって行なう。本実施例では、図2に示すように第1の計算機100-1に接続された端末400-iが各第iの計算機100-i上のOS120-iを操作するように、通信テーブル210は、設定されている。

【0036】第1の計算機100-1に接続された、アドレスが(021)の端末400-2から、ユーザがIPLを行なう入出力装置のアドレスを指定してOSのI

PLを要求する。これに応じて、制御プログラム110-1は、通信テーブル210の端末アドレス213が(021)であるエントリのIPL装置アドレス214にユーザが端末400-2から指定したOSの入出力装置アドレスを格納する。さらに、制御プログラム110-1は、要求内容フィールド215に(80)を格納してIPLを指示し、この端末400-2が操作を行なう第2の計算機100-2に対して、通信命令を発行する(ステップ3020)。この結果、制御プログラム110-2は、第2の計算機100-2に対応する通信テーブル210の計算機ID211が2であるエントリを解析し、指定されたアドレスの入出力装置からOSをIPLする(ステップ3030)。その結果、第2の計算機100-2においてOS120-2が走行を開始する(ステップ3040)。

【0037】また、第2の計算機100-2のOS120-2がコンソール装置500-2への出力を要求する入出力命令を発行した場合(ステップ3050)、この入出力命令を制御プログラム110-2に割り出し、制御プログラム110-2がこの命令をシミュレーションする。このシミュレーションにおいて、制御プログラム110-2は、このOS120-2に対応する画面バッファ220-2をOS120-2が入出力命令で指定した内容に更新する。また、制御プログラム110-2は、通信テーブル210の計算機ID211が2を示すエントリの要求内容フィールド215に(40)を格納することにより画面更新を指示して、通信テーブル210の操作計算機ID212が示す第1の計算機100-1に対して、通信命令を発行する。さらに、制御プログラム110-2は、コンソール装置500-2への出力の終了割込みのシミュレーションをOS120-2に対して行なう(ステップ3060)。その結果、第2の計算機100-2のOS120-2が走行を再開する(ステップ3070)。

【0038】外部割込みを受けた制御プログラム110-1は、通信命令発行元の第2の計算機100-2に対応する通信テーブル210のエントリの要求内容フィールド215を解析し、第2の計算機100-2上のOS120-2を操作する端末400-2に、画面バッファ220-2の内容を出力する(ステップ3080)。この結果、OS120-2がコンソール装置500-2に対して出力した画面情報が、端末400-2に出力される。

【0039】さらに、ユーザが端末400-2の出力を見て、コマンド等を入力した場合、アテンション割込みが制御プログラム110-1に報告される。このアテンション割込みは、ユーザから端末400-2への入力があったことをOS120-2に通知するための割込みであり、通常、キーボードの実行キーを押すことによって発生する。また、一般に、OSは、このアテンション割

込みを契機として、画面を読み込み、ユーザが指定したコマンドの処理を行なう。アテンション割込みを報告された制御プログラム110-1は、端末220-2の画面の内容を読み込み、この端末400-2に対応する画面バッファ220-2に端末400-2の画面の内容を書き込む。また、交信テーブル210の端末アドレス213が(021)のエントリの要求内容フィールド215に(20)を格納することによりアテンション割込みを指示して、第2の計算機100-2に対して、通信命令を発行する(ステップ3090)。この結果、制御プログラム110-2は、この第2の計算機100-2に対応する交信テーブル210のエントリの要求内容フィールド215(ここでは20)を解析し、OS120-2にアテンション割込みのシミュレーションを行なう(ステップ3100)。この割込みを受けた結果、第2の計算機100-2のOS120-2は、アテンション割込みの処理を行なう。

【0040】その後、OS120-2がこのアテンション割込みの処理において画面リードを要求する入出力命令を発行した場合(ステップ3110)、この入出力命令を制御プログラム110-2に割り出し、制御プログラム110-2がこの命令をシミュレーションする。このシミュレーションにおいて、制御プログラム110-2は、画面バッファ220-2の内容を入出力命令が指定するOS120-2の領域に書き込み、画面リードの終了割込みをシミュレーションする(ステップ3120)。この結果、割込みを受けたOS120-2は、画面の内容を読み、画面上に指示されたコマンドを解析し、このコマンドの処理を行なう(ステップ3130)。

【0041】以上のようにして、第1の計算機100-1に接続された端末400-2から第2の計算機100-2のOS120-2を操作できる。

【0042】一方、第1の計算機100-1上の装置アドレスが(021)の端末400-2において、ユーザがOSの停止を要求したとする。このとき、制御プログラム110-1は、交信テーブル210の端末アドレス213が(021)のエントリの要求フィールド215に(10)を格納することによりOSの停止を指示して、この端末400-2が操作する第2の計算機100-2に対して、通信命令を発行する(ステップ3140)。その結果、外部割込みを起こされた制御プログラム110-2は、第2の計算機100-2に対応する交信テーブル210の要求内容フィールド215を解析し、OS120-2を停止する(ステップ3150)。

【0043】以上のようにして、本実施例によれば、複合計算機システムを構成する各々の計算機上でのOSのIPLと、これらOSの操作が任意の計算機から可能である複合計算機システムを提供できる。

【0044】なお、本実施例では複合計算機システムを

構成する計算機の台数は、3台としたが、4台以上の計算機からなる複合計算機システムにも本発明が適用できることは明らかであろう。

【0045】また、本実施例では、制御プログラムは、ディスク装置からローディングするとしたが、他の記憶媒体、例えば、フロッピーディスク等からローディングする場合にも、本発明が適用できることは明らかであろう。

【0046】さらに、本実施例では、全てのOS120-i(i=1, 2, 3)を第1の計算機100-1に接続された端末400-i(i=1, 2, 3)から操作した。しかし、例えば、第1の計算機100-1上のOS120-1を第2の計算機100-2に接続された端末から操作し、第2の計算機100-2上のOS120-2および第3の計算機100-3上のOS120-3を、第1の計算機100-1に接続された端末から操作することも可能である。

【0047】2. 第2の実施例

図4は、本発明の第2の実施例における複合計算機システムの構成図である。図4においても第1の実施例の場合と同じく、100-1は第1の計算機、100-2は第2の計算機、100-3は第3の計算機、200は各第iの計算機100-i(i=1, 2, 3)によって共用される共有メモリである。

【0048】共有メモリ200上には、バッファ230と、複合計算機システムを構成する各第iの計算機100-iにおいて使用可能な計算機の資源を表わす資源テーブル240と、各仮想計算機(VM)が走行に必要とする計算機の資源を表わす構成テーブル250がある。

第1の計算機100-1には、仮想計算機モニタ(VM)130-1のロードモジュールを格納するディスク装置300がある。また、各第iの計算機100-iには、コンソール装置500-iがある。

【0049】本実施例は、後で詳しく述べるように、次の3点を特徴としている。

【0050】(1) ユーザがコンソール装置500-1において指定した仮想計算機を生成するとき、仮想計算機モニタ130-1は、資源テーブル240および構成テーブル250を参照して、この仮想計算機を生成するために必要な資源を有する計算機を選択する。そして、この選択した計算機上で、仮想計算機を走行させる。このように、複合計算機システム全体の計算機資源の利用状況に従って、新たな仮想計算機を生成する。

【0051】(2) 各々の仮想計算機モニタ130-i(i=1, 2, 3)が、構成テーブル250を共用して参照することにより、仮想計算機の構成情報を計算機間で共用できる。

【0052】(3) 第1の計算機100-1の主記憶上の仮想計算機モニタ130-1が、共有メモリ200上のバッファ230を介して、第2の計算機100-2お

II

12

よび第3の計算機100-3の主記憶上に仮想計算機モニタ130-1自身をコピーする。従って、第2の計算機100-2および第3の計算機100-3には、仮想計算機モニタのロードモジュールを格納するディスク装置が不要である。さらに、仮想計算機モニタの初期プログラムロード(IPL)は、第1の計算機100-1においてのみ実行すればよい。

【0053】次に、図5を用いて計算機における使用可能な計算機資源を表わす資源テーブル240の構成を説明する。各々の資源テーブル240-iは第iの計算機100-iにおける使用可能な計算機資源を表わす。従って、共有メモリ200には、第1の計算機100-1、第2の計算機100-2、および、第3の計算機100-3に対応して、資源テーブル240-1、240-2、および、240-3がある。資源テーブル240のCPU構成フィールド241は、ビットの値が1のときビット位置に対応する番号の中央処理装置(CPU: Central Processing Unit)が空き状態(使用可能状態)であることを、また、ビットの値が0のときビット位置に対応する番号の中央処理装置がインストールされていないか、あるいは、既に仮想計算機が使用中であることを表わす。また、チャンネル構成フィールド242は、ビットの値が1のときビット位置に対応する番号のチャンネルが空き状態(使用可能状態)であることを、また、ビットの値が0のときビット位置に対応する番号のチャンネルがインストールされていないか、あるいは、既に仮想計算機が使用中であることを表わす。さらに、主記憶マップ243の第mビットは、ビットの値が1のときmに64メガを乗じた主記憶上のアドレスから64メガバイトの領域が空き状態(使用可能状態)であることを、また、ビットの値が0のときmに64メガを乗じた主記憶上のアドレスから64メガバイトの領域がインストールされていないか、あるいは、既に仮想計算機が使用中であることを表わす。

【0054】例えば、図5の資源テーブル240は、中央処理装置0と2、チャンネル0から3、および、主記憶装置の0番地から128メガ番地未満の領域が使用可能であることを示している。

【0055】さらに、図5を用いて仮想計算機の走行に必要な計算機資源を表わす構成テーブル250の構成を説明する。構成テーブル250-kは第k番目の仮想計算機140-kの走行に必要な計算機の資源を表わしている。従って、10台の仮想計算機を定義するとき、共有メモリ200には、仮想計算機140-k(k=1, 2, …, 10)に対応して構成テーブル250-1から250-10が格納される。構成テーブル250の仮想CPU構成フィールド251は、この仮想計算機が走行するために必要とする中央処理装置の数を表わす。計算機識別子252は、値が16進数の(FF)のとき、この仮想計算機は計算機上で走行していないことを、ま

た、値が16進数の(FF)以外のとき、この仮想計算機が走行している計算機の識別番号を保持する。また、専有CPUフィールド253は、この仮想計算機が計算機上で走行しているとき専有している中央処理装置の番号を、ビット位置に対応して表わしている。また、仮想チャンネルフィールド254は、ビットの値が1のときビット位置に対応するチャンネルをこの仮想計算機が走行するために必要とすることを、また、ビットの値が0のときビット位置に対応するチャンネルは必要としないことを表わす。さらに、仮想主記憶サイズフィールド255は、この仮想計算機が必要とする主記憶のサイズをメガバイト単位で表わす。また、専有主記憶起点フィールド256は、この仮想計算機が計算機上で走行しているとき、この仮想計算機の主記憶領域の主記憶装置における起点アドレスを保持する。また、IPL装置アドレス257は、この仮想計算機140上のOSが格納されている入出力装置のアドレス、即ち、仮想計算機140においてIPLするOSの装置アドレスを保持する。

【0056】例えば、図5の構成テーブル250は、この仮想計算機の走行には、中央処理装置が2つ、チャンネルが0から3までの4本、主記憶サイズが128メガバイト必要であることを示している。また、計算機識別子252が16進数の(FF)でないので、この仮想計算機は、第1の計算機100-1の中央処理装置0と2、主記憶装置の64メガ番地から128メガバイトの領域を使用して、走行中であることも示している。

【0057】次に、図6に従って、本発明の第2の実施例による複合計算機システムの動作例を説明する。

【0058】まず、複合計算機システムを構成する第1の計算機100-1において、ディスク装置300から初期プログラムロード(IPL)することにより、仮想計算機モニタ(VMM)130を第1の計算機100-1の主記憶上にローディングする(ステップ6000)。次に、このローディングされた仮想計算機モニタ130-1は、仮想計算機モニタ130-1自身を共有メモリ200のバッファ230にコピーする。さらに、仮想計算機モニタ130-1は、バッファ230の内容を、この複合計算機システムを構成する第2の計算機100-2および第3の計算機100-3の主記憶にコピーする(ステップ6010)。そして、コピーした仮想計算機モニタ130-2および130-3をコピー先の第2および第3の計算機100-2および100-3において起動する(ステップ6020)。この起動は、第1の計算機100-1の仮想計算機モニタ130-1が、第2の計算機100-2および第3の計算機100-3に対して、通信命令を発行し、外部割込みを第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2および第3の計算機100-3上の仮想計算機モニタ130-3に発生させることにより行なう。

【0059】次に、仮想計算機モニタ130-1が有す

13

る複数の仮想計算機(VM)の構成情報を共有メモリ200内の構成テーブル250に格納することにより、複数の仮想計算機の構成情報を計算機間で共有可能とする。この共有メモリ200上の構成テーブル250の内容は、各第*i*の計算機100-*i*上の仮想計算機モニタ130-*i*(*i*=1, 2, 3)によって、変更可能である。即ち、ユーザがコンソール装置500-*i*から仮想計算機の構成変更を指示することにより、仮想計算機モニタ130-*i*がこの仮想計算機140に対応する構成テーブル250のフィールドの値を変更できる。また、仮想計算機モニタ130-1が有する複合計算機システムの各々の第*i*の計算機(*i*=1, 2, 3)の構成情報を、資源テーブル240-*i*(*i*=1, 2, 3)に格納する(ステップ6030)。

【0060】ユーザがコンソール装置500-1から仮想計算機140の生成を要求したとき、指定された仮想計算機140が必要とする計算機資源を構成テーブル250から読みだし、資源テーブル240-*i*(*i*=1, 2, 3)と比較することにより、この仮想計算機140が走行可能な例えば第2の計算機100-2を選択する(ステップ6040)。この比較では、構成テーブル250の仮想CPU構成フィールド251が示す数だけの中央処理装置が空き状態であることが資源テーブル240-*i*のCPU構成フィールド241に示されているか、かつ、仮想チャネルフィールド254が示すチャネルが空き状態であることがチャネル構成フィールド242に示されているか、かつ、仮想主記憶サイズフィールド255が示すサイズの主記憶領域が空き状態であることが主記憶マップ243において示されているか、を判定する。

【0061】ステップ6040で選択した第2の計算機100-2の識別子を、第1の計算機100-1のコンソール装置500-1に表示する(ステップ6050)。この表示によって、ユーザは、OSをどの計算機のコンソール装置から操作すればよいかを、知ることができる。さらに、第1の計算機100-1上の仮想計算機モニタ130-1が、第2の計算機100-2の主記憶の特定の領域に、仮想計算機140の識別子を格納しておく。その後、第1の計算機100-1が、選択された第2の計算機100-2に対して通信命令を実行することにより、仮想計算機140の生成を要求する(ステップ6060)。

【0062】外部割込みをかけられた第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2は、第2の計算機100-2の主記憶の特定の領域に先に格納された識別子で示される仮想計算機140の構成を共有メモリ200の構成テーブル250から読み出す(ステップ6070)。さらに、読み出した構成の仮想計算機140を生成し、資源テーブル240-2および構成テーブル250に計算機資源の利用状況を格納し、生成した仮想計

14

算機140を走行させる(ステップ6080)。

【0063】即ち、第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2は、ステップ6080では、次の(1)から(5)の処理を行なう。

【0064】(1)構成テーブル250の仮想CPU構成フィールド251に示された数だけの中央処理装置を仮想計算機140に専有させ、この中央処理装置の番号に対応する専有CPUフィールド253のビットの値を1に変更し、また、対応するCPU構成フィールド241のビットの値を0に変更する。

【0065】(2)仮想チャネルフィールド254が示すチャネルを仮想計算機140に専有させ、このチャネル番号に対応するチャネル構成フィールド242のビットの値を0に変更する。

【0066】(3)仮想主記憶サイズフィールド255が示すサイズの主記憶領域を仮想計算機140に専有させ、その起点アドレスを専有主記憶起点フィールド256に格納し、対応する主記憶マップ243のビットの値を0に変更する。

【0067】(4)計算機識別子252を16進数の(F F)から第2の計算機100-2の識別子である2に変更する。

【0068】(5)構成テーブルのIPL装置アドレス257が示す入出力装置からOSをIPLする。

【0069】一方、ユーザがコンソール装置500-1から仮想計算機140の終了を要求したとき、第1の計算機100-1上の仮想計算機モニタ130-1は、この仮想計算機140に対応する構成テーブル250の計算機識別子252を参照することにより、この仮想計算機140がどの計算機上で実行中かを判別することができる。その後、第1の計算機100-1上の仮想計算機モニタ130-1が、仮想計算機140を実行中の第2の計算機100-2に対して、通信命令を実行することにより仮想計算機140の終了を要求する(ステップ6090)。この結果、第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2は、第2の計算機100-2に対応する資源テーブル240-2、および、この仮想計算機140に対応する構成テーブル250の計算機資源の利用状況を更新し、仮想計算機140を終了する(ステップ6100)。

【0070】即ち、第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2は、ステップ6100では、次の(1)から(4)の処理を行なう。

【0071】(1)仮想計算機140による中央処理装置の専有を解除し、仮想計算機140に対応する構成テーブル250の専有CPUフィールド253に0を格納し、また、仮想計算機140が専有していた中央処理装置の番号に対応する資源テーブル240-2のCPU構成フィールド241のビットの値を1に変更する。

【0072】(2)仮想計算機140によるチャネルの

15

専有を解除し、仮想計算機140が専有していたチャネルの番号に対応する資源テーブル240-2のチャネル構成フィールド242のビットの値を1に変更する。

【0073】(3) 仮想計算機140による主記憶領域の専有を解除し、仮想計算機140が専有していた主記憶領域に対応する資源テーブル240-2の主記憶マップ243のビットの値を1に変更する。

【0074】(4) 仮想計算機140に対応する構成テーブル250の計算機識別子252に16進数の(F F)を格納する。

【0075】以上のようにして、本実施例によれば、複合計算機システムを構成する複数の計算機の資源を統合的に管理し、仮想計算機に割り当て可能な複合計算機システムを提供できる。特に、第2の計算機上での仮想計算機の走行開始を、別の第1の計算機から指示可能な複合計算機システムを提供できる。また、仮想計算機の構成定義が、複数の計算機間で共用可能な複合計算機システムを提供できる。さらに、複合計算機システムの複数の計算機において仮想計算機を走行させる場合であっても、仮想計算機モニタのIPLは1回ですむ。

【0076】なお、本実施例においても、複合計算機システムを構成する計算機の台数は、4台以上であってもよく仮想計算機モニタは、ディスク装置以外の記憶媒体、例えば、フロッピーディスク等からローディングすることも可能である。

【0077】また、本実施例では、仮想計算機は計算機の資源(中央処理装置、主記憶の分割領域、チャネル、等)を専有するとしたが、共用する場合にも本発明が適用できる。

【0078】また、第1の実施例と実施例と組み合わせることにより、第1の計算機の端末から他の計算機上で動作する仮想計算機(OS)上のOSを操作可能となる。

【0079】さらに、仮想計算機システム(VMS)に限らず、類似の機能を有する計算機システムにも、本発明が適用できる。

【0080】3. 第3の実施例

本実施例において、複合計算機システムの構成は、図4に示した第2の実施例の場合と同一である。また、資源テーブル240および構成テーブル250の構成も、図5に示した第2の実施例の場合と同一である。

【0081】第2の実施例では、ユーザは開始させる仮想計算機140のみを指定し、この仮想計算機140を動作させる計算機は、第1の計算機100-1上の仮想計算機モニタ130-1が選択した。これに対し、本実施例では、ユーザがコンソール装置500-1により、開始させる仮想計算機140とこれを動作させる計算機の両方を指定するものとする。

【0082】図7のフローチャートに従って、本発明の第3の実施例による複合計算機システムの動作を説明す

16

る。図7のフローチャートのステップ7000からステップ7030までは、第2の実施例における図6のフローチャートのステップ6000からステップ6030と全く同じである。従って、第2の実施例の場合と同様に、第1の計算機100-1において仮想計算機モニタ130-1をローディングし(ステップ7000)、第2および第3の計算機100-2および100-3に仮想計算機モニタ130-1を共有メモリ200のバッファ230を介してコピーし(ステップ7010)、コピーした仮想計算機モニタ130-2および130-3をコピー先の第2および第3の計算機100-2および100-3において起動し(ステップ7020)、資源テーブル240-i(i=1, 2, 3)および各々の仮想計算機140-kに対応する構成テーブル250-kを共有メモリ200上に格納する(ステップ7030)。

【0083】本実施例では、ユーザがコンソール装置500-1により、開始させる仮想計算機140とこれを動作させる計算機の両方を指定する。このため、第1の計算機100-1において、ユーザが指定した仮想計算機140が、ユーザが指定した第2の計算機100-2において走行可能かを、仮想計算機140に対応する構成テーブル250と第2の計算機100-2に対応する資源テーブル240-2を用いて判定する(ステップ7040)。走行不可能な場合、仮想計算機140が第2の計算機100-2では走行不能であることを、第1の計算機100-1のコンソール装置500-1に表示する(ステップ7050)。一方、走行可能な場合、第2の実施例のステップ6060と同様に、第1の計算機100-1上の仮想計算機モニタ130-1が第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2に対して仮想計算機140の生成を要求する(ステップ7060)。

【0084】その後の動作は、第2の実施例におけるステップ6070からステップ6100と全く同様にして、第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2が、通知された仮想計算機140の構成を共有メモリ200上の構成テーブル250から読み出し(ステップ7070)、読み出した構成の仮想計算機140を生成し、資源テーブル240-2および生成した仮想計算機140に対応する構成テーブル250を更新し、仮想計算機140の走行を開始する(ステップ7080)。

【0085】一方、ユーザがコンソール装置500-1から仮想計算機140の終了を要求した場合、第1の計算機100-1上の仮想計算機モニタ130-1は、第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2に対して、ユーザが指定した仮想計算機140の終了を要求する(ステップ7090)。この結果、第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2は、資源テーブル240-2および構成テーブル250を更新

10

20

30

40

50

17

し、仮想計算機140を終了する(ステップ7100)。

【0086】以上のようにして、本実施例によれば、ユーザが指定した第2の計算機上での仮想計算機の走行開始を、別の第1の計算機から指示可能な複合計算機システムを提供できる。

【0087】4. 第4の実施例

本実施例においても、複合計算機システムの構成は、図4に示した第2の実施例の場合と同様であるが、資源テーブル240および構成テーブル250が共有メモリ200上ではなくて、各第iの計算機100-i (i=1, 2, 3)の仮想計算機モニタ130-iの領域上にあるという点異なる。資源テーブル240および構成テーブル250の構成は、図5に示した第2の実施例の場合と同一である。

【0088】図8のフローチャートに従って、本発明の第4の実施例による複合計算機システムの動作を説明する。図8のフローチャートのステップ8000からステップ8020までは、第2の実施例における図6のフローチャートのステップ6000からステップ6020と全く同じである。従って、第2の実施例の場合と同様に、第1の計算機100-1において仮想計算機モニタ130-1をローディングし(ステップ8000)、第2および第3の計算機100-2および100-3に仮想計算機モニタ130-1を共有メモリ200のバッファ230を介してコピーし(ステップ8010)、コピーした仮想計算機モニタ130-2および130-3をコピー先の第2および第3の計算機100-2および100-3において起動する(ステップ8020)。

【0089】本実施例では、資源テーブル240および構成テーブル250を、各第iの計算機100-i (i=1, 2, 3)の仮想計算機モニタ130-iの領域上に配置する。このため、仮想計算機モニタ130-1が作成した、資源テーブル240および構成テーブル250を仮想計算機モニタ130-2および130-3にコピーする(ステップ8030)。

【0090】次に、第2の実施例における図6のフローチャートのステップ6040からステップ6060と全く同じようにして、第1の計算機100-1上の仮想計算機モニタ130-1において、指定された1台の仮想計算機140が走行可能な第2の計算機100-2を選択し(ステップ8040)、選択した第2の計算機100-2の識別子を、第1の計算機100-1のコンソール装置500-1に表示し(5050)、第1の計算機100-1上の仮想計算機モニタ130-1が第2の計算機上の仮想計算機モニタ130-2に対して仮想計算機140の生成を要求する(ステップ8060)。

【0091】その後、第2の計算機100-2において、通知された仮想計算機140の構成を仮想計算機モニタ130-2の領域上の構成テーブル250から読み

18

出し(ステップ8070)、読み出した構成の仮想計算機140を生成し、資源テーブル240-2およびこの仮想計算機140に対応する構成テーブル250を更新し、さらに、資源テーブル240-2および構成テーブル250の更新を、第1および第3の計算機に通知して、仮想計算機140の走行を開始する(ステップ8080)。この後、第1および第3の計算機100-1および100-3上の仮想計算機モニタ130-1および130-3は、領域内の資源テーブル240-2および構成テーブル250を更新する。

【0092】一方、ユーザがコンソール装置500-1から仮想計算機140の終了を要求した場合、第1の計算機100-1上の仮想計算機モニタ130-1は、第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2に対して、ユーザが指定した仮想計算機140の終了を要求する(ステップ8090)。この結果、第2の計算機100-2上の仮想計算機モニタ130-2は、資源テーブル240-2および構成テーブル250を更新し、さらに、資源テーブル240および構成テーブル250の更新を、第1および第3の計算機に通知して、仮想計算機140を終了する(ステップ8100)。この後、再度、第1および第3の計算機100-1および100-3上の仮想計算機モニタ130-1および130-3は、領域内の資源テーブル240-2および構成テーブル250を更新する。

【0093】以上のようにして、本実施例によれば、資源テーブル240および構成テーブル250を計算機間の共有メモリに配置しない場合でも、第2の計算機上での仮想計算機の走行開始を、別の第1の計算機から指示可能な複合計算機システムを提供できる。また、本実施例において仮想計算機モニタ130-iは、共有メモリ200上にバッファ230しか配置しない。このバッファ230は、複合計算機システムの初期設定時にしか利用しない。このため、複合計算機システムを構成する各計算機上のOSは、共有メモリ200全体を使用可能となる。

【0094】

【発明の効果】本発明によれば、複合計算機システムを構成する各々の計算機上でのOSのIPLと、これらOSの操作が任意の計算機から可能である複合計算機システムを提供できる。

【0095】また、複合計算機システムを構成する複数の計算機の資源を統合的に管理し、OSに割り当て可能な複合計算機システムを提供できる。

【0096】さらに、複合計算機システムの複数の計算機において仮想計算機を走行させる場合であっても、仮想計算機モニタのIPLは1回ですむ複合計算機システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における複合計算機シ

19

テムの構成図。

【図2】本発明の第1の実施例における通信テーブルの説明図。

【図3】本発明の第1の実施例における複合計算機システムの動作のフローチャート。

【図4】本発明の第2の実施例における複合計算機システムの構成図。

【図5】本発明の第2の実施例における資源テーブルおよび構成テーブルの説明図。

【図6】本発明の第2の実施例における複合計算機システムの動作のフローチャート。

【図7】本発明の第3の実施例における複合計算機シ

20

テムの動作のフローチャート。

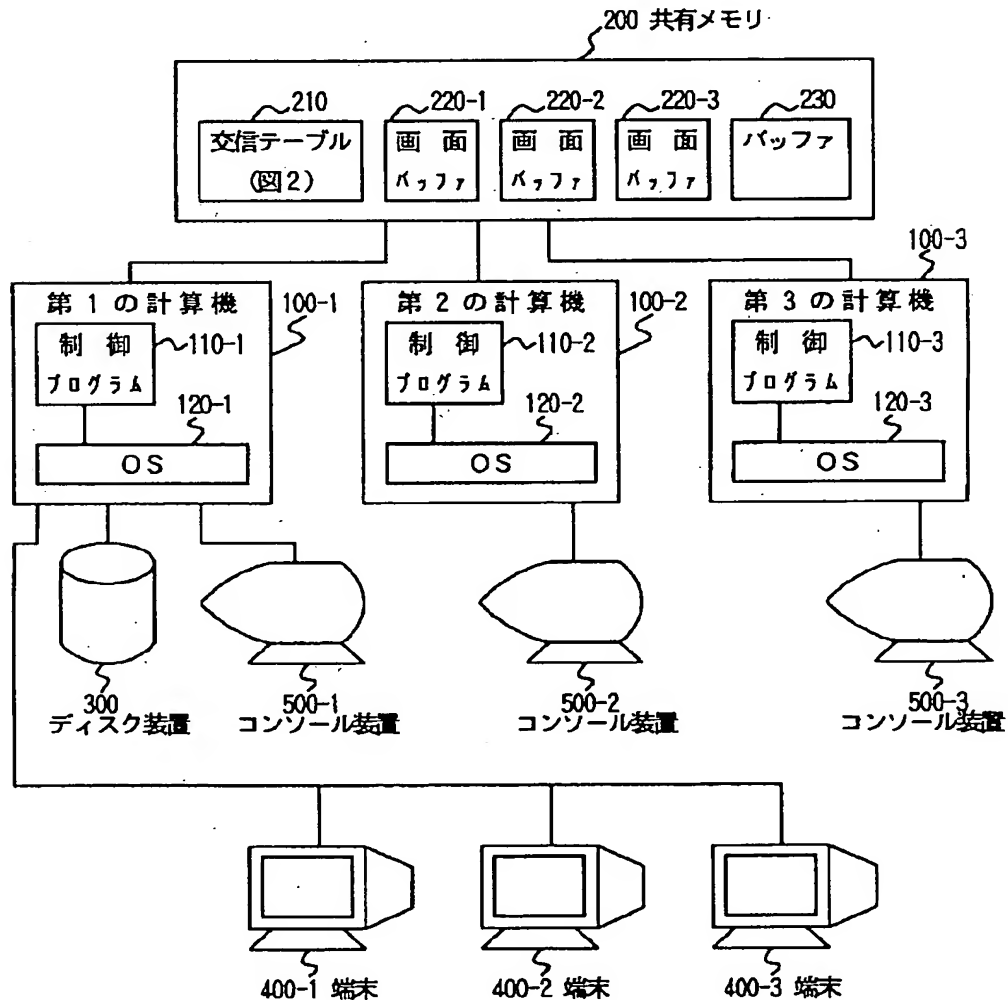
【図8】本発明の第4の実施例における複合計算機システムの動作のフローチャート。

【符号の説明】

100-i …第iの計算機、110-i …制御プログラム、120-i …OS、130-i …仮想計算機モニタ(VMM)、140-k …仮想計算機(VM)、200 …共有メモリ、210 …通信テーブル、220 …画面バッファ、230 …画面バッファ、240 …資源テーブル、250 …構成テーブル、300 …ディスク装置、400-i …端末、500-i …コンソール装置、

【図1】

本発明の第1の実施例における複合計算機システムの構成図(図1)



【 図2 】

本発明の第1の実施例における交信テーブルの説明図 (図2)

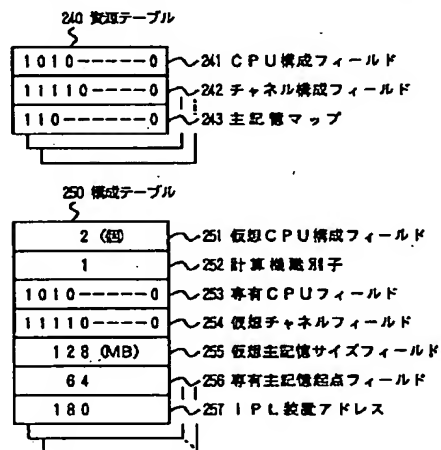
211 Σ	212 Σ	213 Σ	214 Σ	215 Σ
計算機ID	OSの操作計算機ID	端末アドレス	IPL装置アドレス	要求内容フィールド
1	1	0 2 0	4 4 0	
2	1	0 2 1	4 4 0	
3	1	0 2 2	1 8 0	

210
交信テーブル

要求内容フィールドの値 = (8 0) : IPL要求
 (4 0) : 画面更新要求
 (2 0) : アテンション割込み要求
 (1 0) : 終了要求

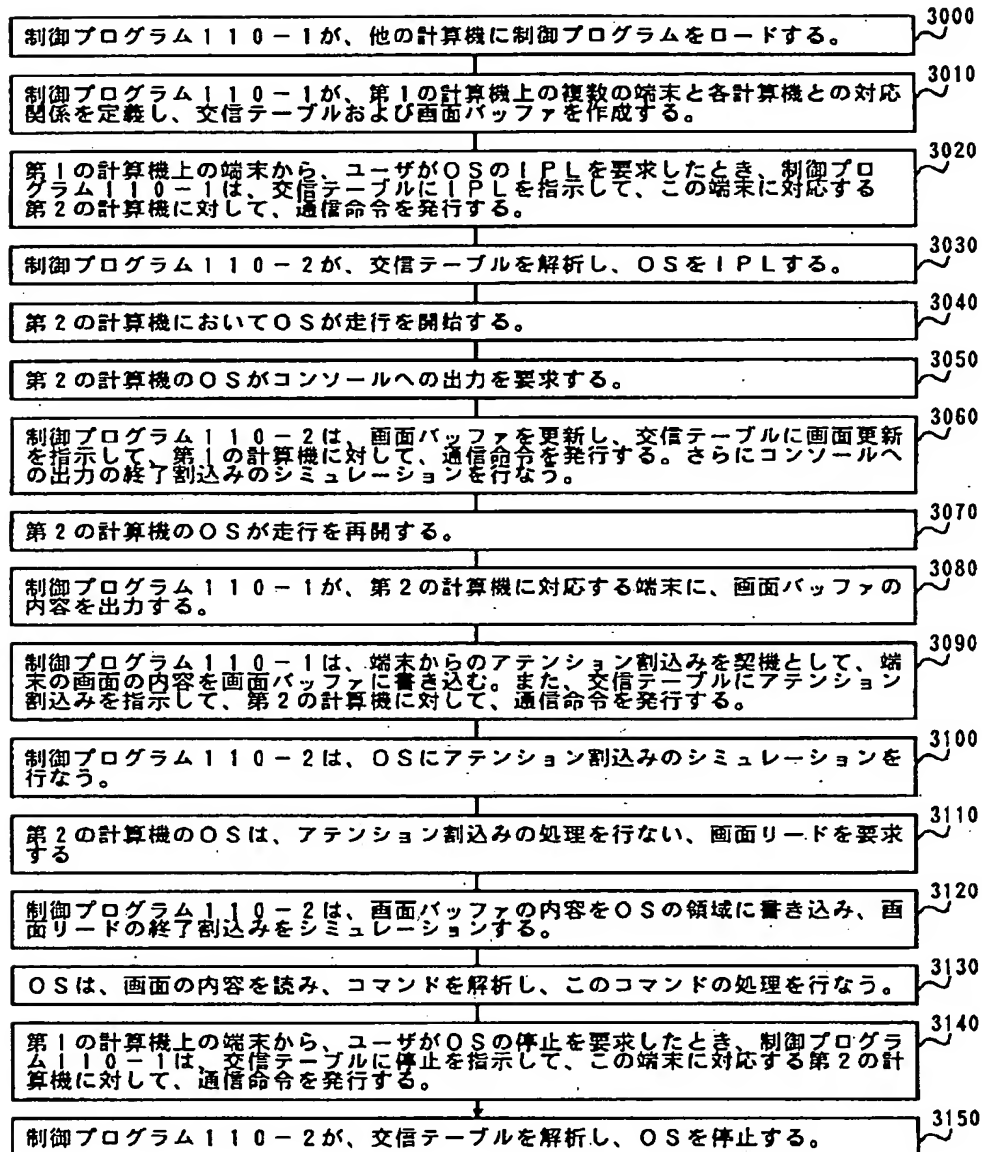
【 図5 】

本発明の第2の実施例における資源テーブルおよび構成テーブルの説明図 (図5)



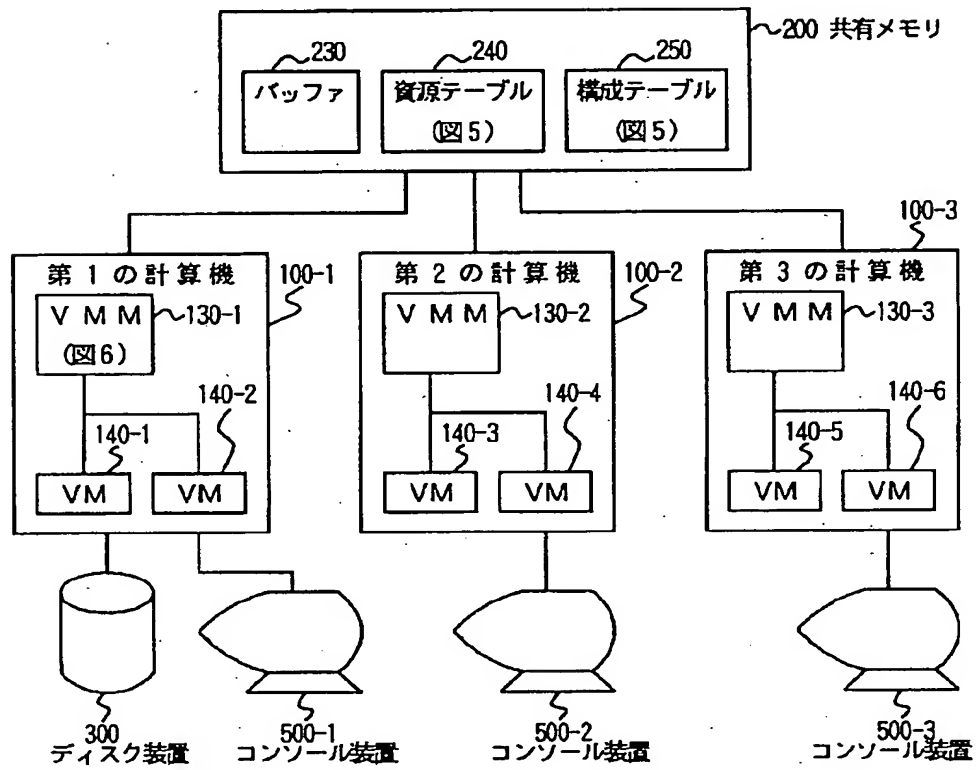
【 図3 】

本発明の第1の実施例によるコンソール操作のフローチャート（図3）



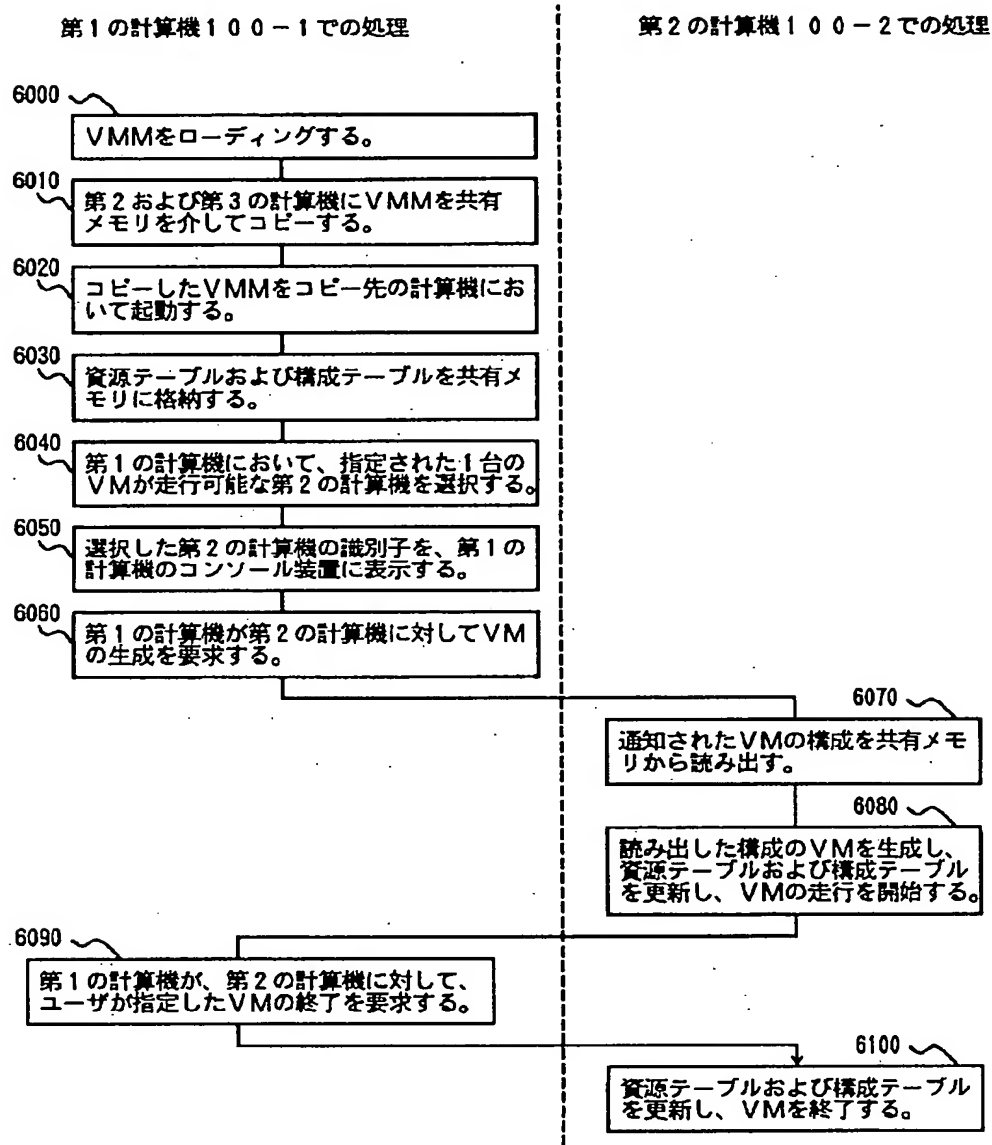
【 図 4 】

本発明の第 2 の実施例における複合計算機システムの構成図 (図 4)



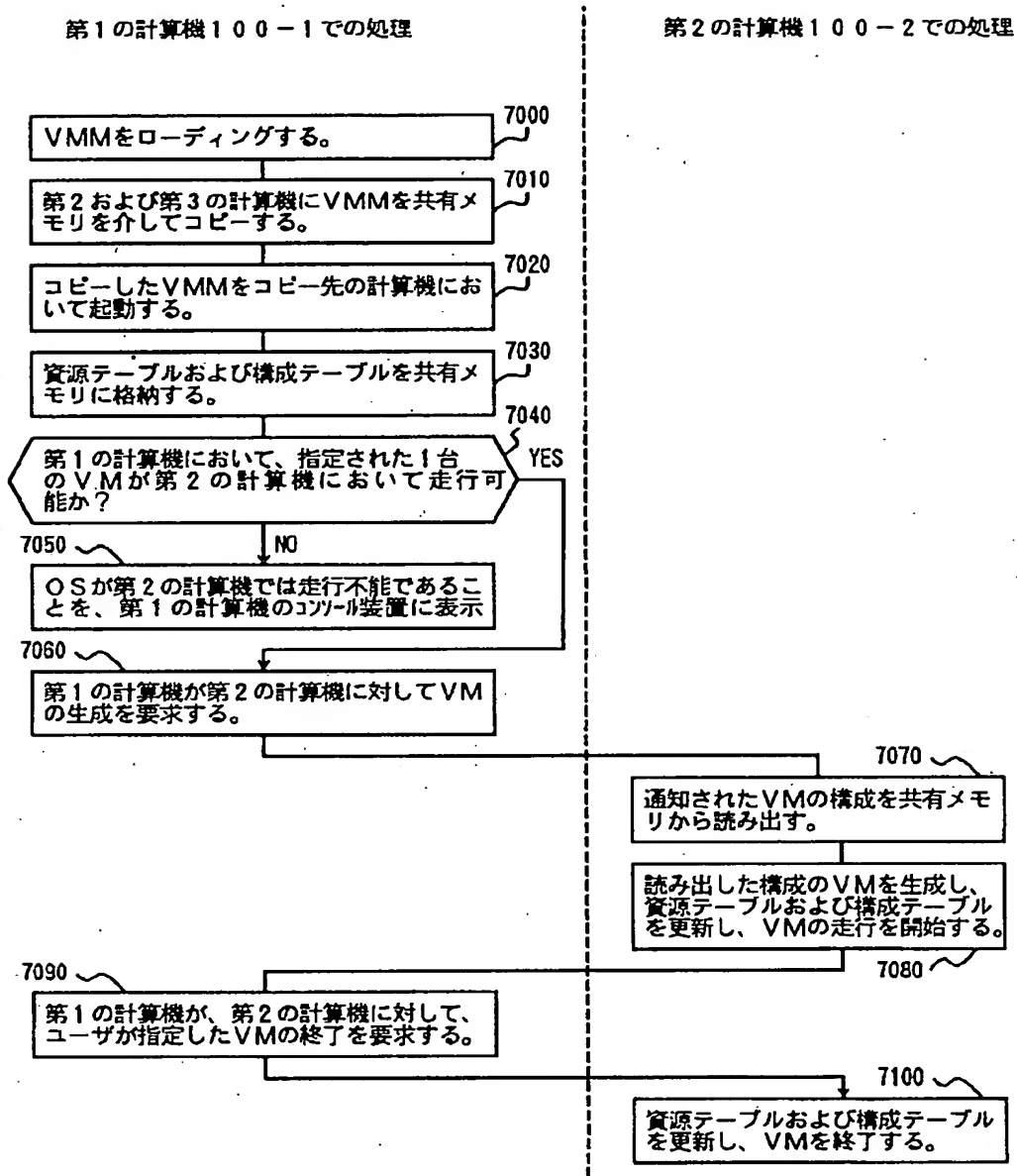
【 図 6 】

本発明の第2の実施例による複合計算機システムの動作のフローチャート（図6）



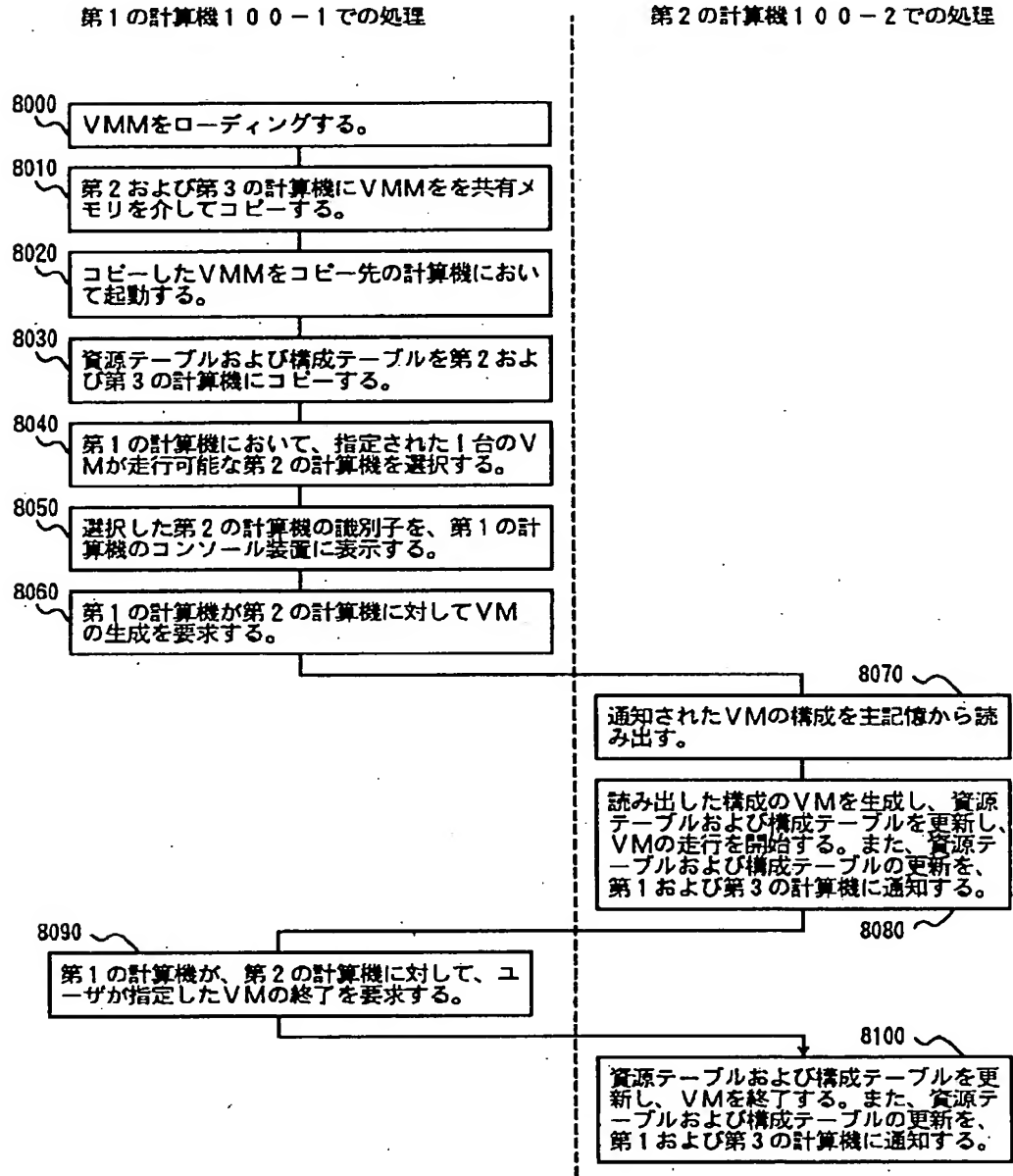
【 図 7 】

本発明の第3の実施例による複合計算機システムの動作のフローチャート（図7）



【 図8 】

本発明の第4の実施例における複合計算機システムの動作のフローチャート（図8）



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.